

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi

Definisi energi secara umum yaitu kata energi berasal dari bahasa Yunani, yang artinya kerja yaitu *ergon*. Sedangkan menurut KBBI energi secara garis besarnya didefinisikan daya atau kekuatan yang akan diperlukan untuk dapat melakukan berbagai rangkaian proses kegiatan. Menurut Purwadarminta, energi adalah tenaga, atau gaya untuk berbuat sesuatu. Definisi ini merupakan perumusan yang lebih luas daripada pengertian-pengertian mengenai energi yang pada umumnya dianut di dunia ilmu pengetahuan (Kadir, 2011).

Dalam pengertian sehari-hari energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan suatu pekerjaan. Energi terbagi menjadi 2, yaitu energi konvensional dan energi non konvensional.

1. Energi konvensional

Energi konvensional sering disebut sebagai sumber daya energi fosil. Energi fosil ini suatu saat akan habis karena kecepatan pemakaian lebih cepat dibanding dengan kecepatan pembentukannya. Energi konvensional atau energi fosil terdiri dari minyak bumi, gas bumi, dan batubara.

2. Energi Non-konvensional

Energi non-konvensional biasa disebut sebagai sumber daya energi non fosil. Energi non konvensional meliputi energi baru dan terbarukan. Energi non konvensional adalah energi air, angin, biomassa, matahari, nuklir, panas bumi, dan pasang surut air laut.

Jenis-jenis energi berdasarkan sumbernya, yaitu energi tak terbarukan dan energi terbarukan (Santoso, 2018).

Sumber energi tak terbarukan (*non-renewable*) didefinisikan sebagai sumber energi yang tidak dapat diisi atau dibuat kembali oleh alam. Sumber energi yang tak terbarukan diantaranya adalah:

a. Minyak Bumi

Minyak bumi adalah zat cair licin dan mudah terbakar yang terjadi sebagian besar karena hidrokarbon. Menurut teori, minyak bumi berasal dari sisa-sisa

binatang kecil dan tumbuhan yang hidup di laut jutaan tahun yang lalu yang mengendap dan mendapat tekanan dari lempengan bumi sehingga secara alami larut dan berubah menjadi minyak bumi.

b. Batubara

Batubara adalah batuan sedimen yang berasal dari material organik, yang memiliki kandungan utama berupa karbon, hidrogen dan oksigen. Batubara ini merupakan hasil akumulasi dan material organik pada suatu lingkungan pengendapan tertentu.

c. Nuklir

Sumber energi ini merupakan sumber energi hasil tambang yang lain, yang dapat dibudidayakan melalui proses fisi dan fusi. Energi nuklir, meskipun bersih, mengandung risiko bahaya radiasi yang mematikan sehingga pengolahannya harus ekstra hati-hati, di samping memerlukan modal yang besar untuk investasi awalnya.

Sedangkan sumber energi terbarukan (*renewable*) didefinisikan sebagai sumber energi yang dapat dengan cepat diisi kembali oleh alam. Berikut ini adalah yang termasuk sumber energi terbarukan (Ferial, 2011)

a. Matahari

Energi matahari diperoleh dari cahaya panas yang merupakan komponen dari panas matahari. Selain memanaskan air, energi ini juga bisa dikonversi menjadi listrik.

b. Air

Tenaga air adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir atau air terjun. Air yang mengalir ke puncak baling-baling atau baling-baling yang ditempatkan di sungai, akan menyebabkan baling-baling bergerak dan menghasilkan tenaga mekanis, kemudian dikonversi oleh generator menjadi listrik.

c. Angin

Pada saat angin bertiup, angin disertai dengan energi kinetik (gerakan) yang bisa melakukan suatu pekerjaan. Contoh, perahu layar memanfaatkan tenaga angin untuk mendorongnya bergerak di air. Tenaga angin juga bisa dimanfaatkan menggunakan baling-baling yang dipasang di puncak menara,

yang disebut dengan turbin angin yang akan menghasilkan energi mekanik dan dikonversi menjadi energi listrik oleh generator.

d. Panas Bumi

Energi panas bumi adalah energi panas yang berasal dari dalam bumi. Energi panas ini dihasilkan di dalam inti bumi yang ditimbulkan oleh peristiwa peluruhan partikel-partikel radioaktif di dalam batuan. Inti bumi terbentuk dari magma yang mengalir menembus berbagai lapisan batuan di bawah tanah. Saat mencapai reservoir air bawah tanah, terbentuklah air panas bertekanan tinggi yang keluar ke permukaan bumi melalui celah atau retakan di kulit bumi, maka timbul sumber air panas yang biasa disebut uap panas.

e. Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan, antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*) (Setiawan, 2017).

f. Pasang surut air laut

Energi air pasang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik seperti halnya listrik tenaga air tetapi dalam skala yang lebih besar. Pada saat air pasang, air bisa ditahan di belakang bendungan. Ketika surut, maka tercipta perbedaan ketinggian air antara air pasang yang ditahan di bendungan dan air laut, dan air laut dibelakang bendungan bisa mengalir melalui turbin yang berputar, untuk menghasilkan listrik.

2.2 Sampah Organik

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Menurut S. Hadiwiyoto, sampah adalah sisa-sisa bahan yang mengalami perlakuan-perlakuan, baik karena sudah diambil bagian utamanya, atau karena pengolahan, atau karena sudah tidak ada manfaatnya yang ditinjau dari segi sosial ekonomis tidak ada harganya dan dari segi lingkungan dapat menyebabkan pencemaran atau

gangguan terhadap lingkungan hidup. Sampah kota secara sederhana diartikan sebagai sampah organik maupun anorganik yang dibuang oleh masyarakat dari berbagai lokasi di kota tersebut (Sudrajat, 2006).

Sampah menjadi masalah penting untuk kota yang padat penduduknya. Menurut R. Sudrajat, faktor yang mempengaruhinya adalah sebagai berikut.

1. Volume sampah sangat besar sehingga melebihi kapasitas daya tampang tempat pembuangan sampah akhir atau TPA
2. Lahan TPA semakin sempit karena tergeser tujuan penggunaan lain
3. Teknologi pengelolaan sampah tidak optimal sehingga sampah lambat membusuknya. Hal ini menyebabkan percepatan peningkatan volume sampah lebih besar dari pembusukannya. Oleh karena itu, selalu diperlukan perluasan area TPA baru.
4. Sampah yang sudah matang dan telah berubah menjadi kompos tidak dikeluarkan dari TPA karena berbagai pertimbangan.
5. Manajemen pengelolaan sampah tidak efektif sehingga sering kali menjadi penyebab distorsi dengan masyarakat setempat.
6. Pengelolaan sampah dirasakan tidak memberikan dampak positif kepada lingkungan.
7. Kurangnya dukungan kebijakan dari pemerintah, terutama dalam memanfaatkan produk sampingan dari sampah sehingga menyebabkan tertumpuknya produk tersebut di TPA.

Tabel 1. Degradabilitas dari Komponen Sampah Kota

No.	Komponen Sampah Kota	Degradabilitas (%)
1.	Selulosa dari kertas koran	90
2.	Selulosa dari kertas bungkus	50
3.	Kayu/ranting berkulit	5
4.	Bamboo	50
5.	Hemiselulosa	70
6.	Kabohidrat	70
7.	Lignin	0
8.	Lemak	50
9.	Protein	50
10.	Plastik	0

(sumber: R. Sudradat, 2006)

Meskipun hanya bahan organik yang dapat terurai oleh mikroba, tetapi setiap jenis bahan berbeda tingkat kemudahan dalam penguraianya

(degradabilitas). Pada Tabel 1 terlihat bahwa kertas koran, hemiselulosa, dan karbohidrat mudah terdegradasi. Kertas bungkus, bambu, lemak, dan protein, agak sulit terdegradasi. Sedangkan kayu, lignin, dan plastik hampir sama sekali tidak terdegradasi.

Jenis-jenis sampah yang dapat dimanfaatkan dalam konversi menjadi biobriket adalah jenis sampah organik. Nilai kalor dari berbagai jenis sampah organik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kalor Sampah Organik

No.	Sampel	Nilai Kalor (Kcal/kg)*
Kertas		
1.	HVS	3024,24
2.	Karton	3602,18
3.	Koran	3845,53
4.	Majalah	2598,95
5.	Kertas Nasi	4246,92
6.	Kardus	4487,07
Sampah Makanan dan Pasar		
7.	Makanan tercampur	5162,21
8.	Daun Pembungkus	4638,37
9.	Batok & Gambut Kelapa	4684,11
10.	Sayur	4568,29
11.	Ikan	5837,12
12.	Lemak	9891,62
13.	Daging	7154,78
14.	Tulang	4464,42
15.	Buah	5064,86
Sampah Kebun		
16.	Daun	3998,02
17.	Rumput	4153,51
18.	Cabang Pohon/Ranting	4715,66

(sumber: Dian Marya Novita, 2010)

*Analisis menggunakan bomb calorimeter

2.3 Teknologi Hidrotermal

Proses hidrotermal merupakan salah satu metode peningkatan kualitas biomassa dengan cara karbonisasi. Prinsip kerjanya yaitu merendam biomassa di dalam media air bertemperatur tinggi. Untuk menjaga air berada pada fasa cair proses ini dilakukan di tekanan tinggi di dalam reaktor. Temperatur reaktor dijaga

konstan selama periode tertentu untuk mengatur tingkat reaksi dekomposisi. Keunggulan utama teknologi hidrotermal adalah sampah organik kota yang akan diolah tidak memerlukan proses pemilahan maupun pengeringan. Selama proses hidrotermal, sampah organik (biomassa) di konversi menjadi produk karbon-padat, biobriket, yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi. Biobriket menjadi salah satu alternatif untuk bahan bakar pengganti bahan bakar fosil (Lucian & Fiori, 2017).

Menurut Cyrilla Oktaviananda (2017) Pengolahan dengan hidrotermal mengarah ke proses *thermo-chemical* untuk mendekomposisi material yang mengandung zat arang seperti batubara dan biomassa dengan air dalam kondisi temperatur dan tekanan tinggi. Dibanding dengan metode konversi *thermo-chemical* yang lain seperti pirolisis dan gasifikasi, temperatur pengolahan dengan hidrotermal lebih rendah (200-230°C pada proses hidrotermal, dibanding dengan 250-550°C untuk pirolisis dan 900-1200°C untuk gasifikasi). Sebagai tambahan, konversi biomassa terjadi di lingkungan yang lembab, sehingga kandungan air dari bahan baku tidak menjadi masalah. Untuk itu metode hidrotermal cocok untuk mengolah biomassa yang mengandung kadar air tinggi, seperti limbah pertanian yang mengandung air lebih dari 50% wt pada kondisi segar.

Reaksi yang terjadi pada tahap pertama pengolahan dengan hidrotermal menjadi *hydrocar* adalah hidrolisis, ketika air bereaksi dengan ekstraktif, hemiselulosa, atau selulosa dan menghancurkan ikatan ester dan eter (terutama ikatan β -(1-4) glikosidik), menghasilkan berbagai macam produk, termasuk oligomer terlarut seperti oligon-sakarida dari selulosa dan hemiselulosa. Proses pengolahan dengan hidrotermal membutuhkan aplikasi panas dan tekanan untuk mengolah biomassa dalam media berair ini secara luas dianggap sebagai cara yang menjanjikan untuk mengubah biomassa basah menjadi produk bernilai tambah (seperti *biofuel* dan bahan kimia) karena hal itu menghilangkan kebutuhan (modal, energi, dan waktu) untuk pengeringan dan pengeringan bahan baku.

Selama proses hidrotermal, biomassa akan menerima panas secara konduksi dari media air. Gugus hidroksil, karboksil, ester, dan eter yang berada didalam biomassa akan terurai sehingga rasio C/O dan C/H di padatan akan meningkat. Produk hidrotermal akan mengalami degradasi secara fisik,

menghasilkan butiran yang seragam dan berukuran lebih kecil. Produk hidrotermal juga akan bersifat hidrofobik sehingga produk akan dengan mudah melepas ikatan atom H dan memiliki kandungan air setimbang yang stabil.

Tahap-tahap proses hidrotermal adalah sampah organik padat yang telah dikumpulkan dimasukkan ke dalam reaktor bersama dengan air. Dengan rasio sampah dan air 1:1. Setelah proses umpan selesai, reaktor ditutup dan proses dimulai dengan memanaskan reaktor yang berpenguk tipe *hellical-ribon* dan tipe turbin hingga temperatur operasi 130-190°C dengan kecepatan pengadukan 200-250 rpm dan tekanan 2-3 MPa. Proses hidrotermal dilakukan selama 30-60 menit. Konsep ini serupa dengan memasak menggunakan panci presto. Produk yang diperoleh akan berupa padatan seragam yang berukuran lebih kecil. Setelah diproses, produk yang dihasilkan dapat digunakan setelah pengeringan 2-4 hari dibawah matahari sebagai bahan bakar padat (Fadil, 2018).

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan kapasitas *prototype* reaktor *hydrothermal*, yaitu :

a. Menentukan Densitas Sampah

$$\rho = \frac{\text{berat zat padat}}{\text{volume zat padat}} = \frac{BGS-BGK}{VG}$$

Dimana:

BGK = Berat Piknometer kosong (gr)

BGS = Berat Piknometer + Sampel (gr)

VG = Volume Piknometer (ml)

ρ = Densitas sampah (gr/ml)

b. Menentukan Volume Total Reaktor

Dalam menentukan volume silinder reaktor dengan merujuk pada hasil berupa produk padat, maka volume silinder reaktor adalah:

$$V_{\text{reaktor}} = \pi \times (r)^2 \times t$$

Dimana:

r = jari jari reaktor (m²)

t = tinggi reaktor (m)

V = volume (m³)

c. Menentukan massa sampah yang digunakan

Kapasitas reaktor = 75% x volume total reaktor

(Anggito, 2014)

$$\text{Massa sampah} = \rho_{\text{sampah}} \times V_{\text{sampah}}$$

$$V = \text{volume (m}^3\text{)}$$

$$\rho = (\text{kg/m}^3)$$

2.3.1 Parameter Hidrotermal

Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam selama proses hidrotermal adalah sebagai berikut:

a. Temperatur

Proses hidrotermal berada pada temperatur 200-230°C. Temperatur hidrotermal memiliki pengaruh yang sangat besar pada proses hidrotermal karena tingkat degradasi termal biomassa bergantung pada temperatur. Meningkatnya temperatur reaksi hidrotermal akan meningkatkan laju dekomposisi pada struktur penyusun material biomassa. Hal itu akan mengakibatkan terjadinya peningkatan kehilangan massa dan karbonisasi material biomassa. Temperatur yang tinggi akan menghasilkan jumlah massa dan energi lebih rendah tetapi kerapatan energinya lebih tinggi

b. Waktu Tinggal

Waktu tinggal merupakan parameter lain yang mempengaruhi produk yang dihasilkan dari proses hidrotermal. Waktu tinggal berkaitan dengan lamanya waktu material biomassa bertahan didalam reaktor. Parameter ini mempengaruhi proses dekomposisi dan karbonisasi selama proses hidrotermal berlangsung. Waktu tinggal dapat bervariasi tergantung pada temperatur proses hidrotermal, jenis biomassa, dan produk akhir yang diinginkan.

c. Ukuran Partikel

Ukuran partikel juga mempengaruhi reaksi dari hidrotermal, tetapi pada tingkat yang lebih rendah dari temperatur dan waktu tinggal. Ukuran partikel mempengaruhi luas permukaan kontak perpindahan panas antara material biomassa dan sumber panas selama terjadi proses dekomposisi termal. Semakin kecil ukuran bahan baku yang digunakan maka permukaan perpindahan panas semakin luas dan meningkatkan laju pemanasan ke permukaan bahan baku. Hal ini mengakibatkan meningkatnya laju dekomposisi pada material biomassa.

d. Jenis Biomassa

Jenis biomassa merupakan parameter penting lainnya yang dapat mempengaruhi proses hidrotermal. Hal ini karena kandungan hemiselulosa paling banyak terdegradasi pada saat proses hidrotermal, akibatnya akan kehilangan jumlah massa yang lebih tinggi pada biomassa yang banyak mengandung hemiselulosa. Kandungan xilan dari hemiselulosa paling reaktif dalam kisaran suhu torefaksi sehingga menurunkan massa lebih cepat dari komponen padat lainnya dari biomassa

2.4 Briket

Briket adalah bahan bakar padat dengan bentuk tertentu yang dibuat dengan teknik pengepresan dan menggunakan bahan perekat sebagai bahan pengeras.

2.4.1. Jenis-Jenis Briket

Jenis-jenis briket berdasarkan bahan baku penyusunnya terdiri dari Briket Batubara, Briket Bio-Batubara dan Biobriket (Fariadhie, 2009)

1. Briket Batubara adalah bahan bakar padat yang terbuat dari batubara dengan sedikit campuran perekat. Briket batubara ini dibagi lagi menjadi dua jenis, yaitu briket batubara terkarbonisasi (melalui proses pembakaran) dan briket tanpa karbonisasi (tanpa proses pembakaran).
2. Briket bio-batubara
Briket bio-batubara atau *Biocoal* adalah briket campuran antara batubara dan biomassa dengan sedikit perekat.
3. Biobriket
Biobriket adalah bahan bakar padat yang terbuat dari bahan baku biomassa dengan campuran sedikit perekat. Biomassa dalam kehidupan sehari-hari merupakan bahan hayati yang biasanya dianggap sebagai sampah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar.

2.4.2. Perekat

Pada pembuatan briket dibutuhkan zat aditif berupa perekat. Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Beberapa istilah lain dari perekat yang memiliki

kekhususan meliputi *glue*, *mucilage*, *paste*, dan *cement*. *Glue* merupakan perekat yang terbuat dari protein hewani seperti kulit, kuku, urat, otot dan tulang yang digunakan dalam industri kayu. *Mucilage* adalah perekat yang dipersiapkan dari getah dan air yang diperuntukkan terutama untuk perekat kertas. *Paste* adalah perekat pati (*starch*) yang dibuat melalui pemanasan campuran pati dan air dan dipertahankan berbentuk pasta. *Cement* adalah istilah yang digunakan untuk perekat yang bahan dasarnya karet dan mengeras melalui pelepasan pelarut (Ruhendi & Sucipto, 2013). Sedangkan menurut Kurniawan dan Marsono (2008), ada beberapa jenis perekat yang digunakan untuk briket arang yaitu :

a. Perekat aci

Perekat aci terbuat dari tepung tapioca, cara membuatnya sangat mudah yaitu cukup mencampurkan tepung tapioka dengan air, lalu dididihkan di atas kompor. Selama pemanasan tepung diaduk terus menerus agar tidak menggumpal. Warna tepung yang semula putih akan berubah menjadi transparan setelah beberapa menit dipanaskan dan terasa lengket di tangan.

b . Perekat tanah liat

Perekat tanah liat bisa digunakan sebagai perekat karbon dengan cara tanah liat diayak halus seperti tepung, lalu diberi air sampai lengket. Namun penampilan briket arang yang menggunakan bahan perekat ini menjadi kurang menarik dan membutuhkan waktu lama untuk mengeringkannya serta agak sulit menyala ketika dibakar.

c. Perekat getah karet

Daya lekat getah karet lebih kuat dibandingkan dengan lem aci maupun tanah liat. Ongkos produksinya relatif mahal dan agak sulit mendapatkannya. Briket arang yang menggunakan perekat ini akan menghasilkan asap tebal berwarna hitam dan beraroma kurang sedap ketika dibakar.

d. Perekat getah pinus

Keunggulan perekat getah pinus terletak pada daya benturan briket yang kuat meskipun dijatuhkan dari tempat yang tinggi (briket tetap utuh).

e. Perekat pabrik

Perekat pabrik adalah lem khusus yang diproduksi oleh pabrik yang berhubungan langsung dengan industri pengolahan kayu. Lem-lem tersebut

mempunyai daya lekat yang sangat kuat tetapi kurang ekonomis jika diterapkan pada briket biobriket.

2.5 Parameter Kualitas Briket

Briket yang dibuat harus memenuhi kriteria briket sesuai dengan SNI yang telah ditetapkan. Analisis briket berupa nilai kalor dan analisis proksimat untuk mengetahui kualitas briket.

2.5.1. Analisis Proksimat

Analisis proksimat dapat digunakan alat *Thermogravimetric Analyzer* (TGA 701) ASTM D 7582-10. Analisis tersebut mencakup: kadar air tertambat (*inherent moisture*), karbon tetap (*fix carbon*), kadar abu (*ash*), dan zat terbang (*volatile matter*).

Kandungan *volatile matter* (VM) atau zat terbang yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor sementara kandungan *fixed carbon* (FC) yang tinggi dapat menaikkan nilai kalor bahan bakar. Kandungan FC yang tinggi lebih disukai dibandingkan kandungan VM pada bahan bakar padat. FC ditemukan dalam bahan yang tersisa setelah VM dilepaskan (Apriyanto, 2018).

2.5.2. Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Analisa nilai kalor suatu bahan bakar dimaksudkan untuk memperoleh data tentang energi kalor yang dapat dibebaskan oleh suatu bahan bakar dengan terjadinya reaksi atau proses pembakaran (Almu, Syahrul, & Padang, 2014).

Ada dua jenis nilai kalor bahan bakar, yaitu :

a. *High Heating Value* (HHV)

High Heating Value (HHV) yaitu nilai pembakaran bila didalam gas hasil pembakaran terdapat H₂O berbentuk cairan.

b. *Low Heating Value* (LHV)

Low Heating Value (LHV) yaitu nilai pembakaran bila didalam gas hasil pembakaran terdapat H₂O berbentuk gas.

Bakan bakar briket yang dihasilkan harus memenuhi persyaratan sesuai dengan Standar Mutu Briket berdasarkan SNI 01-6235-2000. Standar yang telah ditetapkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Mutu Briket berdasarkan SNI 01-6235-2000

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Kadar air b/b	%	Maksimum 8
2	Bagian yang hilang pada pemanasan 90	%	Maksimum 15
3	Kadar Abu	%	Maksimum 8
4	Kalori (ADBK)	Kal/gr	Minimum 5000

(Sumber : Badan Standardisasi Nasional)